

상세보기



Full Text Download

마이폴더저장

마이폴더보기

(54) OPTICAL HEAD AND QUARTER-WAVELENGTH PLATE

- (19) 국가 (Country) : JP (Japan)
- (11) 공개번호 (Publication Number) : 2001-076368 (2001.03.23) ▶ 日本語/한글(JP)
▶ 현재진행상태보기
- (13) 문헌종류 (Kind of Document) : A (Unexamined Publication)
- (21) 출원번호 (Application Number) : 2000-205676 (2000.07.06)
- (75) 발명자 (Inventor) : MATSUMOTO HIROSHI, SHINODA TAIJI
- (73) 출원인 (Assignee) : TOYO COMMUN EQUIP CO LTD.

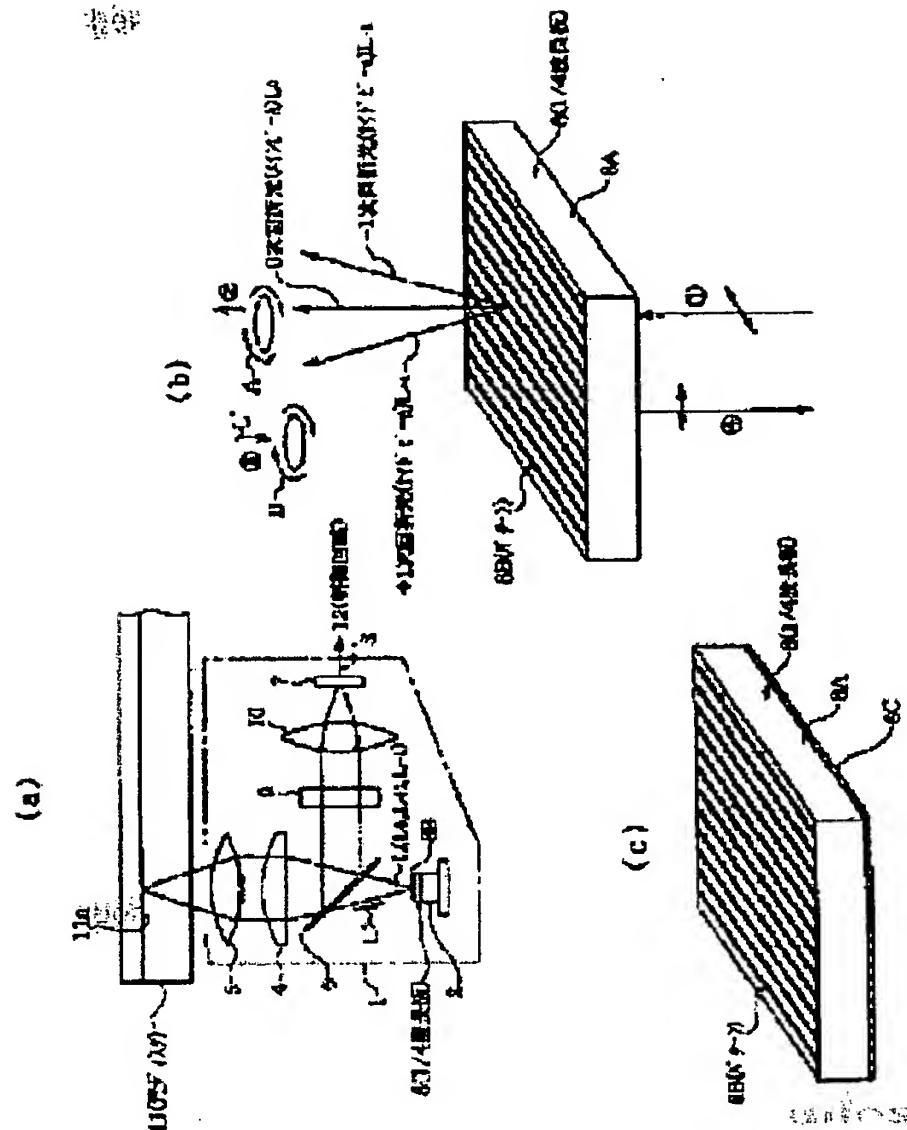
대표출원인명 : TOYO COMMUNICATION EQUIPMENT CO., LTD. (A01087)

- (57) 요약 (Abstract) : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical head which allows exa writing without receiving the influence of the return light from an optical dis sized, lightweight and inexpensive constitution.

SOLUTION: The quarter-wavelength plate 8 which prevents the interferenc from laser beam source and the return light L' reflected by the optical disk 11 laser beam source through a beam splitter 6 is arranged near the exist pai source. Patterns 8b of diffraction gratings which form the zero order dif information recording and ± 1 st diffracted light L+1 and L-1 for tracking co and diffracting the exit light L from the laser beam source are formed at the plate 8. The return light L' is reflected by a recording layer 11a of the opl therefore, made into circularly polarized light (3) inverted from the circularly the time of emission. The light is made incident on the quarter-wavelength p through the quarter-wavelength plate 8, by which the light is made into linear The direction of the linearly polarized light (4) is in an orthogonal relation wit polarized light (1) which is the exit light of the laser beam source LD2 and, t return light L' is made incident on the laser beam source, the interference of laser beam source and the return light L' does not occur.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

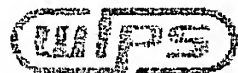
- 대표도면 :



- (51) 국제특허분류 (IPC) : G11B-007/135 : G02B-005/18 : G02B-005/30
- FI : -
- (30) 우선권번호 (Priority Number) : JP 1999-192291 (1999.07.06)
- 본 특허를 우선권으로 한 특허 : -
- WIPS 패밀리 [WIPS 패밀리 보기](#)

[패밀리/법적상태 일괄보기](#)

[Full Text Download](#)



고객센터 : 02-726-1100 | 팩스 : 02-362-1289 | 메일 : help@wips.co.kr
Copyright © 1998-2006 WIPS Co., Ltd. All rights reserved.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-76368
(P2001-76368A)

(43) 公開日 平成13年3月23日 (2001.3.23)

(51) Int.Cl.⁷
G 1 1 B 7/135
G 0 2 B 5/18
5/30

識別記号

F I
G 1 1 B 7/135
G 0 2 B 5/18
5/30

テームト* (参考)

A

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-205676 (P2000-205676)

(22) 出願日 平成12年7月6日 (2000.7.6)

(31) 優先権主張番号 特願平11-192291

(32) 優先日 平成11年7月6日 (1999.7.6)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003104

東洋通信機株式会社

神奈川県高座郡寒川町小谷2丁目1番1号

(72) 発明者 松本 浩

神奈川県高座郡寒川町小谷2丁目1番1号

東洋通信機株式会社内

(72) 発明者 篠田 泰二

神奈川県高座郡寒川町小谷2丁目1番1号

東洋通信機株式会社内

(74) 代理人 100085660

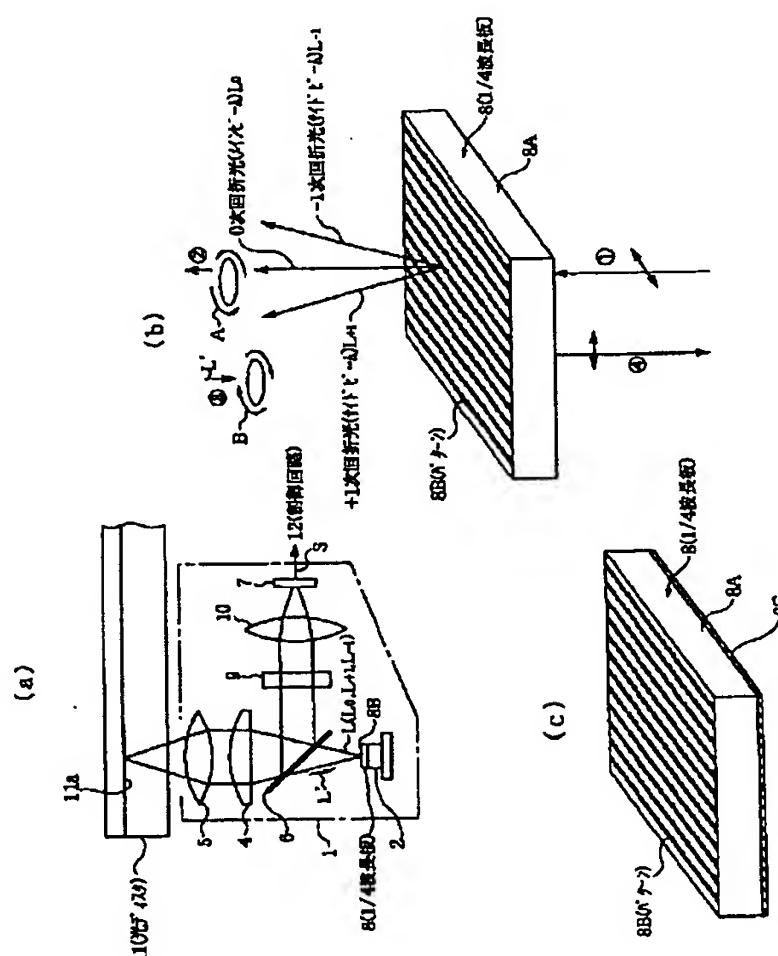
弁理士 鈴木 均

(54) 【発明の名称】 光学ヘッドおよび1/4波長板

(57) 【要約】

【課題】 光ディスクからの戻り光による影響を受けることなく正確かつ高速に書き込みを行うことができる小型軽量かつ安価な構成の光学ヘッドおよびそれを実現するための新規な1/4波長板を提供する。

【解決手段】 レーザ光源LD2からの出射光Lと、光ディスク11で反射されビームスプリッタ6を透過してLD2に戻ってくる戻り光L'との干渉を防止する1/4波長板8を、LD2の出射部近傍に配置するとともに、その1/4波長板8に、LD2からの出射光Lを透過回折させて情報記録用の0次回折光L0とトラッキング制御用の±1次回折光L+1、L-1とを生成する回折格子のパターン8Bを形成した。戻り光L'は、光ディスク11の記録層11aで反射しているため、出射時の円偏光Iとは逆転した円偏光I'となって1/4波長板8に入射し、1/4波長板8を通過することによって直線偏光I'となる。この直線偏光I'の方向はLD2の出射光である直線偏光Iのそれと直交関係にあるので、戻り光L'がLD2に入射しても、LD2の出射光Lと戻り光L'とが干渉することはない。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーザ光源からの出射光を透過回折させて情報記録用の 0 次回折光とトラッキング制御用の ± 1 次回折光とを生成する回折格子と、この回折格子からの光を平行光にするコリメートレンズと、このコリメートレンズからの光を集光して、光ディスクにスポット照射するとともに、当該光ディスクで反射されて戻ってくる戻り光を集光して前記コリメートレンズへ戻す対物レンズと、前記コリメートレンズを透過してくる戻り光を反射させて受光素子へ導くべく前記コリメートレンズと前記レーザ光源との間に設けられたビームスプリッタと、前記出射光と前記ビームスプリッタを透過した前記戻り光との干渉を防止するために前記レーザ光源から前記光ディスクに至る光路中に配置された $1/4$ 波長板とを備えた光学ヘッドにおいて、前記 $1/4$ 波長板を前記ビームスプリッタと前記レーザ光源との間に配置するとともに、前記 $1/4$ 波長板に前記回折格子の機能を持たせたことを特徴とする光学ヘッド。

【請求項 2】 前記 $1/4$ 波長板の表面に透過光を回折させる回折格子のパターンを形成したことを特徴とする請求項 1 記載の光学ヘッド。

【請求項 3】 その表面に透過光を回折させる回折格子のパターンが形成されていることを特徴とする $1/4$ 波長板。

【請求項 4】 透過性の基体の一方の面に $1/4$ 波長板としての機能を有する樹脂層を備えた $1/4$ 波長板であって前記基体の他方の面に前記パターンを形成したことを特徴とする請求項 3 記載の $1/4$ 波長板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ディスク等の記録媒体に情報を記録再生する光学ヘッドおよびその主要な構成要素の一つである $1/4$ 波長板に関するものである。

【0002】

【従来の技術】音楽や画像などの情報を記録する CD やコンピュータ装置などの記録媒体として使用される CD-ROM に記録されている情報を読み出したり、書き込んだりする光ディスク装置では、光学ヘッドを使用して、光ディスクに情報を書き込んだり、光ディスクから情報を読み出したりする。図 3 (a) はこのような光ディスク装置に搭載される光学ヘッドの一例を示す概略構成図である。この光学ヘッド 21 は、レーザ光 L を発生するレーザダイオード（以下、LD と記す）2 と、この LD 2 から出射されるレーザ光 L を透過回折させて 1 本のメインビーム（情報読取用のレーザ光（0 次回折光））L0（図 4 参照）と 2 本のサイドビーム（トラッキングサーボ用のレーザ光（ ± 1 次回折光））L+1、L-1（図 4 参照）とを生成する回折格子（グレーティング）板 3 と、この回折格子板 3 からのメインビーム L0

とサイドビーム L+1、L-1 とを各々並行ビームにするコリメートレンズ 4 と、このコリメートレンズ 4 から出射される 3 つの並行なビーム L0、L+1、L-1 を集光して、図 3 (b) に示すように光ディスク 31 上の情報記録エリアにスポット照射するとともに、光ディスク 31 から反射されて戻ってくる戻り光 L' を集光してコリメートレンズ 4 へ戻す対物レンズ 5 と、対物レンズ 5 およびコリメートレンズ 4 を透過して戻ってくる戻り光 L' を略直角方向に反射させるビームスプリッタ 6 と、このビームスプリッタ 6 で反射された戻り光 L' を受光するフォトダイオード（以下、PD と記す）7 とを備えている。

【0003】上記のように構成された光学ヘッド 21 は、LD 2 によってレーザ光 L を発生させ、これを回折格子板 3 によって 3 つのレーザ光、すなわち 1 つのメインビーム L0 と 2 つのサイドビーム L+1、L-1 とに分けた後、ビームスプリッタ 6 を通してコリメートレンズ 4 に入射させ、平行光となった 3 つのビーム L0、L+1、L-1 を、対物レンズ 5 により集光して光ディスク 31 の情報記録エリアにそれぞれ合焦させてスポット照射する。この動作と並行して、光ディスク 31 で反射されて戻ってくる 3 つのビーム（ビーム L0、L+1、L-1 の反射光）を対物レンズ 5 で集光し、これらをコリメートレンズ 4 によって各々平行なビームにした後、ビームスプリッタ 6 で反射させて、PD 7 の受光面に入射させる。その結果、光ディスク 31 からの戻り光（反射光）L' に応じた出力信号（電気信号）が PD 7 より出力される。PD 7 の出力信号は図示しない制御回路で信号処理される。すなわち、光ディスク 31 の情報記録エリアにはトラック T に沿ってデジタル信号を記録したピット P が形成されており、ピット P の有無やピット P の大きさ（長さ）によって光ディスク 31 からの戻り光 L' が変化する。それを PD 7 で受光して電気信号に変換し、制御回路で信号処理することにより、光ディスク 31 に記録されている情報が再生される。

【0004】その際、メインビーム（0 次回折光）L0 は光ディスク 31 に記録されている本来の情報（音楽情報、画像情報など）の読み取りに用いられる。一方、サイドビーム（ ± 1 次回折光）L+1、L-1 は光ディスク 31 のトラッキングエラーを検出するために、メインビーム L0 が照射されるトラック T の両側のトラック T にそれぞれ照射される。回折格子板 3 によって生成されるビームは 0 次回折光と ± 1 次回折光の 3 本だけでなく、図 4 に示すように ± 1 次回折光の外側にさらに ± 2 次、 ± 3 次の回折光が存在するが、通常光学ヘッドでは 0 次と ± 1 次の回折光が使用され、0 次の回折光は情報の読み取りに、 ± 1 次の回折光はトラッキング制御に使用される。光ディスク 31 に記録されたデータを正しく読み取るためには、このトラッキング制御が正確になされていることが重要である。たとえば、CD ではトラック間隔

1. $6\mu\text{m}$ 、高記録密度のDVDでは約 $0.8\mu\text{m}$ というきわめて狭いトラックが設定されており、 ± 1 次回折光でトラックを正しく追跡しながら、目標のトラック上に0次回折光を正確に照射しなければならない。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】図3に示した光学ヘッド21の構成は、CD-R、CD-RW、DVD-R、DVD-RWといった書き込み可能な光ディスクにデータを記録再生する光ディスク装置の場合もほぼ同様である。ただし、書き込み時には、読み取り時よりも強いパワーのレーザ光を光ディスクの記録面に照射しなければならない。書き込み速度は従来1倍速（CD-Rの場合1枚76分）あるいは2倍速程度であったが、近年4倍速、8倍速といった具合に高速化しつつあり、それに伴って、書き込み時の単位データ当たりのレーザ照射時間が短くなってきたため、レーザ光のパワーを増大させることで対応せざるを得ない。しかし、レーザ光のパワーが増大すると、書き込み時に光ディスクで反射されて戻ってくる光の強度も増大するため、ビームスプリッタ6を透過してLD2に入射する戻り光 L' の量が増大することになる。戻り光 L' がLD2に入射すると、LD2内で出射光 L と戻り光 L' とが干渉し、LD2からの出射光 L にノイズが重畳されることになる。このようなノイズを含む光で書き込みを実施すると、誤ったデータが書き込まれる率が高くなる。そこで、このような不具合を解消する手法として、LDの駆動源に重畳モジュールを用いてLDの波長帯域を複数の波長成分が混在する所定の帯域幅に拡大するというものがある。つまりLDの性質として、複数の波長成分が混在する所定の帯域幅を持たせることにより戻り光と出力光との干渉が少なくなる傾向があることが知られており、この性質を利用するべく、図5(a)に示すような本来単一波長成分の光を出力する特性を持ったLDを、重畳モジュールでランダムに駆動することにより、図5(b)に示すように出力光の波長帯域を広げるものである。しかし、LDの出力光の波長帯域を広げると、パワーの分散により中心波長 λ_0 のレーザ光の出力パワーが減少するため、書き込み速度を高速化する上で要求される中心波長 λ_0 のレーザ光のパワーが得られ難くなる。そこで、この問題を解消するために、図6に示すように、対物レンズ5とコリメートレンズ4との間に1/4波長板8を挿入する手法が採用されている。

【0006】図7はその原理説明図である。LD2から出射されコリメートレンズ4を通して1/4波長板8に到来するレーザ光 L はいわゆる直線偏光 I であり、これが1/4波長板8を通過することによって円偏光 I となる。この円偏光 I が光ディスク31で反射されると回転方向が逆転した円偏光 I となる。この反射した円偏光 I は1/4波長板8を通過すると直線偏光 I となる。この直線偏光 I の方向は直線偏光 I のそれと直交関係にある

ため、直線偏光 I がビームスプリッタ6を通過してLD2に戻ってきても、その戻り光 L' とLD2から出射されるレーザ光 L は偏光方向が互いに直交しているため干渉しない。したがって、高出力のLD2を用いた場合でも、光ディスク31で反射されて戻ってくる戻り光 L' と出射光 L との干渉を防止して、LD2を安定に発振動作させることができるので、出射光 L にノイズが重畳されることによって生じるデータの書き込み誤りを少なくできる。しかしながら、1/4波長板8は単なるガラスからなるものではなく、異方性結晶（たとえば水晶）からなるものであり、光学ヘッドを構成している部品の中でもかなり高価な類に入る。そのため、1/4波長板8を用いたことで光学ヘッドの製造コストが大幅に増大するという問題があった。また、LDから光ディスクに至る光路中に配置される部品が一つ増えることになるため、光学ヘッドが大型化してしまうという欠点があった。そこで本発明が解決しようとする課題は、光ディスクからの戻り光による影響を受けることなく正確かつ高速に書き込みを行うことができる小型軽量かつ安価な構成の光学ヘッドおよびそれを実現するための新規な1/4波長板を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明に係る光学ヘッドは、レーザ光源からの出射光を透過回折させて情報記録用（あるいは情報記録再生用）の0次回折光（メインビーム）とトラッキング制御用の ± 1 次回折光（サイドビーム）とを生成する回折格子と、この回折格子からの光を平行光にするコリメートレンズと、このコリメートレンズからの光を集光して、光ディスクにスポット照射するとともに、当該光ディスクで反射されて戻ってくる戻り光を集光して前記コリメートレンズへ戻す対物レンズと、前記コリメートレンズを透過してくる戻り光を反射させて受光素子へ導くべく前記コリメートレンズと前記レーザ光源との間に設けられたビームスプリッタと、前記出射光と前記ビームスプリッタを透過した前記戻り光との干渉を防止するために前記レーザ光源から前記光ディスクに至る光路中に配置された1/4波長板とを備えた光学ヘッドにおいて、前記1/4波長板を前記ビームスプリッタと前記レーザ光源との間に配置するとともに、前記1/4波長板に前記回折格子の機能を持たせたことを特徴としている。また、本発明に係る1/4波長板は、その表面に透過光を回折させる回折格子のパターンが形成されていることを特徴としている。また、透過性の基体の一方の面に1/4波長板としての機能を有する樹脂層を備えた1/4波長板であって前記基体の他方の面に前記パターンを形成したことを特徴としている。

【0008】

【発明の実施の形態】以下本発明を図面に示した実施の形態に基づいて詳細に説明する。図1(a)は本発明に

係る光学ヘッドの実施の形態の一例を示す概略構成図、図1(b)は本発明に係る1/4波長板の実施の形態の一例を示す構成および動作説明図である。図1(a)に示す光学ヘッド1は、図6に示したように従来戻り光対策のために対物レンズ5とコリメートレンズ4との間に挿入されていた1/4波長板8を、レーザ光Lを発振するレーザ光源(LD)2の出射部近傍位置に配置するとともに、その位置に元々配置されていた回折格子板3の機能を1/4波長板8に持たせさせるべく、図1(b)に示すように1/4波長板8の表面に透過光を回折させるパターン(グレーティング・パターン)8Bを形成したものである。1/4波長板8の基体8Aは、光軸に対して所定の結晶軸方位となるように切り出し研磨された異方性結晶(たとえば水晶)板からなる。透過光を回折させるパターン8Bは、基体8Aの表面をエッチングし、もしくはSiO₂等を蒸着することにより形成された縞状のパターンからなる。光学ヘッド1のその他の構成要素は図6に示したものとほぼ同様である。この実施の形態の光学ヘッド1による書き込み動作は以下のとおりである。LD2より出射されたレーザ光Lは、まず1/4波長板8の基体8Aを通過することによって直線偏光Iから円偏光I'に変換される。この円偏光I'の回転方向は図1(b)中の矢印A方向である。また、1/4波長板8から出射する際、基体8Aの表面に形成された縞状のパターン8Bによって3つのレーザ光、すなわち1つのメインビームL0と2つのサイドビームL+1、L-1とに分けられる。1/4波長板8を通過したビームL0、L+1、L-1は、ビームスプリッタ6を通してコリメートレンズ4に入射し、平行光となって対物レンズ5に入射する。対物レンズ5は、コリメートレンズ4からのビームL0、L+1、L-1を集光し、書き込み可能な光ディスク(CD-R、CD-RWなど)11の記録層11a上にそれぞれ合焦させてスポット照射する。光ディスク11の記録層11a上に照射されたビームL0、L+1、L-1のうち、メインビームL0によって情報が書き込まれる。

【0009】また、これと並行して、光ディスク11で反射されて戻ってくる3つのビーム(ビームL0、L+1、L-1の反射光)を対物レンズ5で集光し、コリメートレンズ4によって各々平行なビームにした後、ビームスプリッタ6で略直角方向に反射させる。ビームスプリッタ6からの反射光は、絞りレンズ9で所定の径に整形された後、集光レンズ7で集光されて、受光素子であるPD7の受光面に照射される。その結果、光ディスク11からの戻り光(反射光)に応じた出力信号(電気信号)がPD7より出力される。PD7の出力信号Sは制御回路12で信号処理される。制御回路12は、書き込みの場合、PD7の出力信号Sに基づいて、メインビームL0およびサイドビームL+1、L-1の戻り光をモニタし、目標のトラック上にメインビームL0のビームを書き込

みに必要な所定のパワーで正確に照射するべく、LD2のパワー変調制御およびトラッキング制御を行う。上記書き込み動作を行っている間、光ディスク11で反射された光の一部はビームスプリッタ6を透過してLD2側にも戻ってくる。この戻り光L'は、光ディスク11の記録層11aで反射しているため、出射時の円偏光Iとは逆転した円偏光I'となって1/4波長板8に入射し、1/4波長板8を通過することによって直線偏光I'となる。この戻り光L'である直線偏光I'の方向はLD2の出射光である直線偏光Iのそれと直交関係にあるので、戻り光L'がLD2に入射しても、LD2の出射光Lと戻り光L'とが干渉することはない。したがって、この実施の形態によれば、光学ヘッド1のLD2の発振パワーを上げて、戻り光L'の影響を受けることなくLD2を安定に発振動作させることができるので、正確かつ高速に書き込みを行うことができる。

【0010】また、図6のように従来1/4波長板8と別個に設けられていた回折格子板3を、1/4波長板8と機能的に一体化させたことにより、LD2から光ディスク11に至る光路中に配置される部品が一つ減ることになるため、光学ヘッド1を小型軽量化することができる。また、図6のように従来対物レンズ5とコリメートレンズ4との間に配置されていた1/4波長板8を、LD2の出射部近傍に配置したことにより、1/4波長板8の面積を小さくすることができる。つまり、LD2の出射部近傍におけるビーム径は、対物レンズ5とコリメートレンズ4との間のビーム径よりも遙かに小さいので、LD2の出射部近傍に1/4波長板8を配置したことにより、従来よりも遙かに面積の小さいものを使用することができる。したがって、光学ヘッド1を小型軽量化できるとともに、1/4波長板8に使用する異方性結晶(たとえば水晶)板の使用量が少なくすむので製造コストを削減できる。なお、1/4波長板8は、図2

(a)に示すようにLD2の出射部に近接あるいは接触させて設けても、図2(b)に示すようにLD2から離して設けてもよい。また、1/4波長板の形状は必ずしも図1(b)に示したような形状(矩形状)である必要はなく、円板状であってもよい。尚、以上、回折格子機能を有する1/4波長板8として異方性結晶を用いて本発明を説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、図1(c)に示すように硝子板または石英板からなる透過性の基体8Aの一方の面に1/4波長板と同一機能を有する樹脂フィルム8Cを例えばUV系の接着剤にて付着して構成した複合型1/4波長板8を用いても良く、この場合、基体8Aの他方の面にグレーティングパターン8Bを形成するよう構成すれば回折格子機能を有する1/4波長板を実現することができる。

【0011】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば以下のような優れた効果が得られる。請求項1、2記載の

発明によれば、レーザ光源からの出射光と、光ディスクで反射されビームスプリッタを透過してレーザ光源に戻る戻り光との干渉を防止する1/4波長板を、ビームスプリッタとレーザ光源との間、すなわち出射部近傍に配置するとともに、当該1/4波長板に、レーザ光源からの出射光を透過回折させて0次回折光と±1次回折光とを生成する回折格子の機能を持たせたことにより、光学ヘッドを構成する部品数を削減しかつ1/4波長板を小型化できるので、光ディスクからの戻り光による影響を受けることなく正確かつ高速に書き込みを行うことができる小型軽量かつ安価な構成の光学ヘッドを実現できる。請求項3及び請求項4記載の発明によれば、1/4波長板の表面に透過光を回折させるパターンが形成されていることにより、回折格子の機能を兼ね備えた1/4波長板を提供できるので、光ディスクからの戻り光による影響を受けることなく正確かつ高速に書き込みを行うことができる小型軽量かつ安価な構成の光学ヘッドの実現に大きく貢献できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明に係る光学ヘッドの実施の形態の一例を示す概略構成図、(b)は本発明に係る1/4波長板の実施の形態の一例を示す構成および動作説明図、(c)は本発明に係る1/4波長板の他の実施の形態の一例を示す図である。

【図2】(a)、(b)はレーザ光源に対する1/4波長板の位置関係を例示した図である。

【図3】(a)は従来の光学ヘッドの一例を示す概略構成図、(b)は光ディスクのトラックおよびピットに対するスポット照射形態を例示した説明図である。

【図4】回折格子板と回折光に関する説明図である。

【図5】(a)はレーザ光源の本来の発振波長帯域特性を示した説明図、(b)は(a)の特性を持ったレーザ光源を重畳モジュールでランダムに駆動したときの波長帯域特性を示した説明図である。

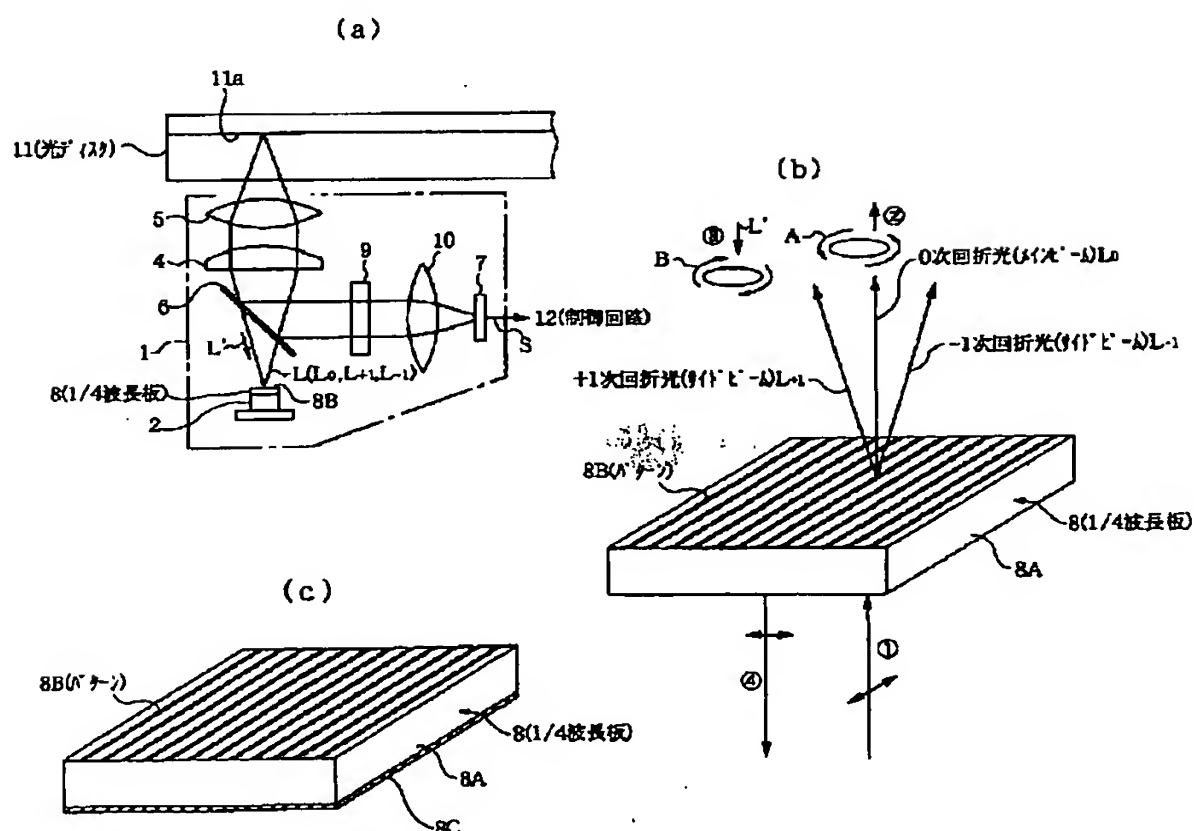
【図6】対物レンズとコリメートレンズとの間に1/4波長板を挿入した従来の光学ヘッドの一例を示す概略構成図である。

【図7】図6の光学ヘッドにおいて、レーザ光源からの出射光と光ディスクからの戻り光との干渉が1/4波長板によって防止される原理を示した説明図である。

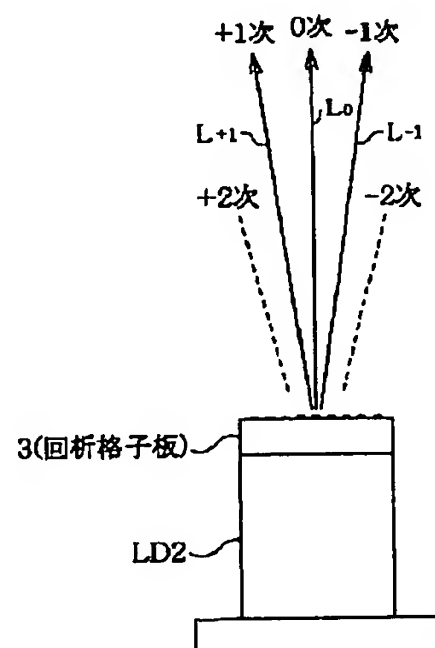
【符号の説明】

- 1：光学ヘッド
- 2：LD（レーザ光源）
- 3：回折格子板
- 4：コリメートレンズ
- 5：対物レンズ
- 6：ビームスプリッタ
- 7：PD（受光素子）
- 8：1/4波長板
- 8A：基体
- 8B：透過光を回折させるパターン
- 8C：樹脂フィルム
- 11：光ディスク
- 11a：記録層
- L0：メインビーム（0次回折光）
- L+1：サイドビーム（+1次回折光）
- L-1：サイドビーム（-1次回折光）

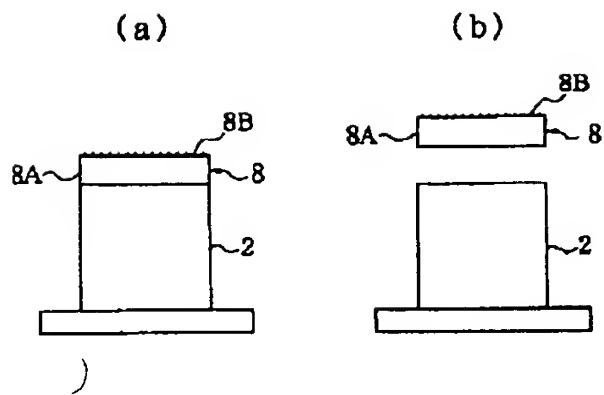
【図1】



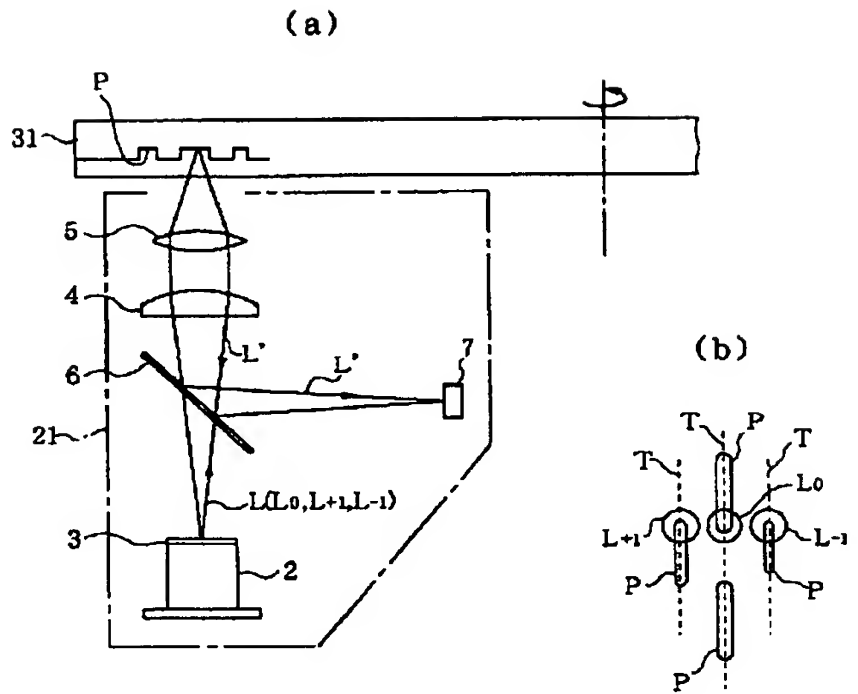
【図4】



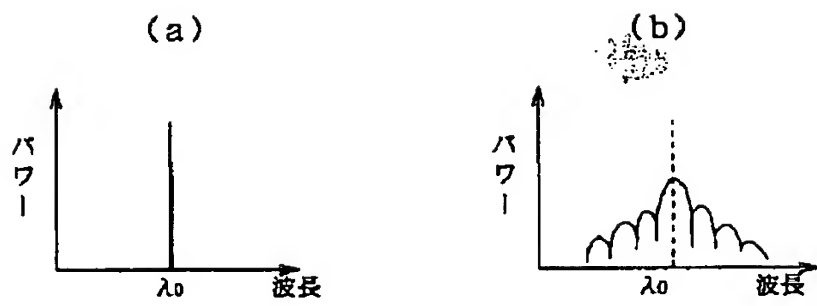
【図2】



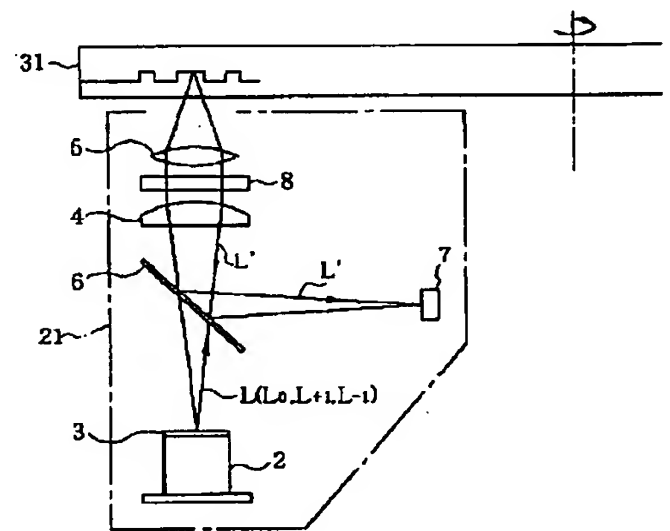
【図3】



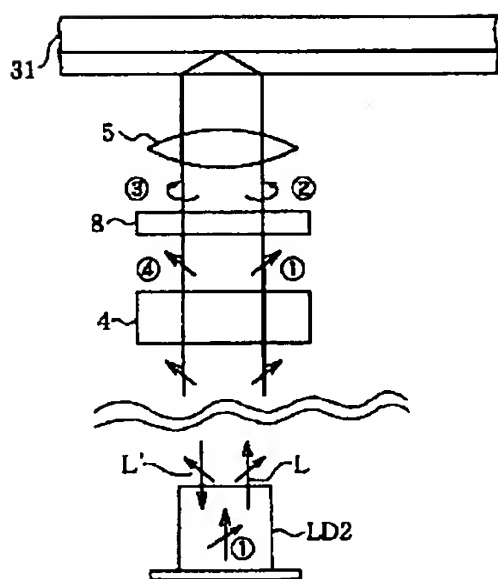
【図5】



【図6】



【図7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.